

الوحدة الثالثة الدفع والتصادم

الدفع

١ - ٣

الدفع:

إذا أثرت قوة \vec{U} ثابتة المقدار على جسم خلال فترة زمنية n فإن دفع هذه القوة ونرمز له بالرمز \vec{D} يعرف بأنه حاصل ضرب متجه القوة في زمن تأثيرها أي أن:

$$\vec{D} = \vec{U} \times n$$

$$D = U n$$

أي أن الدفع كمية متجه لها نفس اتجاه القوة وباستخدام القياسات الجبرية يكون

وحدات قياس الدفع:

∴ الدفع = القوة × الزمن ∴ وحدة الدفع = وحدة قوة × وحدة زمن

مثل: دايين.ث ، نيوتن.ث ، ث.جم.ث ، ث.كجم.ث ، نيوتن.دقيقة ، ث.كجم.ساعة ،

أي أن وحدة الدفع = أي وحدة قوة × أي وحدة زمن

ويمكن التعبير عن الدفع بوحدات أخرى مثل: جم.سم/ث ، كجم.م/ث أي بوحدات كمية الحركة لاحظ أن: جم.سم/ث هي نفس الوحدة دايين.ث ، كجم.م/ث هي نفس الوحدة نيوتن.ث

مثال:

أثرت قوة مقدارها ١٢٠ دايين على جسم لفترة زمنية ١٠^{-١} ثانية أوجد دفع القوة على الجسم بوحدة نيوتن.ث

الحل:

$$U = 120 \text{ دايين} , n = 10^{-1} \text{ ثانية} \therefore D = U n$$

$$\therefore D = 120 \times 10^{-1} = 12 \text{ دايين.ث} = \frac{12}{10} = 1.2 \text{ نيوتن.ث}$$

مثال:

أثرت القوى $\vec{U}_1 = \vec{U}_2 + \vec{U}_3$ ، $\vec{U}_4 = \vec{U}_5 - \vec{U}_6$ على جسم لمدة ثانية واحدة. أوجد مقدار دفع القوة على الجسم إذا كان معيار القوة بوحدة نيوتن.

الحل:

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 - \vec{v}_4 = \vec{v}_5 - \vec{v}_4$$

$$\vec{v} \times n = \vec{d} \quad \therefore \vec{d} = 1 \times (\vec{v}_4 + \vec{v}_5) = \vec{d}$$

$$\therefore \text{مقدار الدفع} = \sqrt{2^2 + 3^2} = 5 \text{ نيوتن.ث}$$

الدفع وكمية الحركة:

$\therefore \vec{d} = \vec{v} \times n$ ومن قانون نيوتن الثانى نعلم ان: $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$

$\therefore \vec{d} = \frac{d\vec{r}}{dt} \times n$ ومن القانون الأول للحركة بعجلة منتظمة نجد أن $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

أى أن الدفع = التغير فى كمية الحركة

$$\therefore \vec{d} = \vec{p} - \vec{p}_0$$

وإذا كانت \vec{v} دالة فى الزمن فإن الدفع يعطى بالتكامل الآتى:

$$\text{الدفع} = \int_{t_0}^{t_1} \vec{F} dt = \text{المساحة تحت منحنى القوة - الزمن}$$

$$\therefore \text{الدفع} = \int_{t_0}^{t_1} \vec{F} dt = \int_{t_0}^{t_1} \frac{d\vec{p}}{dt} dt = \vec{p} - \vec{p}_0$$

$$\therefore \text{الدفع} = \int_{t_0}^{t_1} \vec{F} dt = \int_{t_0}^{t_1} \frac{d\vec{p}}{dt} dt = \vec{p} - \vec{p}_0$$

$$\therefore \text{الدفع} = \int_{t_0}^{t_1} \vec{F} dt = \int_{t_0}^{t_1} \frac{d\vec{p}}{dt} dt = \vec{p} - \vec{p}_0$$

أى أن الدفع بصفة عامة يساوى التغير فى كمية الحركة

القوى الدفعية:

القوة الدفعية هى قوة كبيرة جداً تؤثر فى الجسم لفترة زمنية صغيرة جداً فتحدث تغيراً محسوساً فى كمية حركة الجسم ومن أمثلتها:

قوة انفجار البارود ، قوة دفع المدفع للقذيفة ، القوى التى تنشأ عن التصادم بين جسمين متحركين مثل قوة دفع مضرب التنس على الكرة أو القوى التى تنشأ عن تصادم جسم متحرك بسطح ثابت مثل القوة التى تنشأ عند ارتطام عجلات الطائرة بالأرض عند الهبوط وقوة دفع الأرض لكرة تسقط عليها ، الخ

وعند تأثير قوة دفعية على الجسم يكون:

$$u = v - u \leftarrow \therefore v = u + u \quad \text{حيث ن فترة زمنية صغيرة للغاية}$$

مثال:

أثرت قوة ثابتة مقدارها u على جسم كتلته k لمدة $\frac{1}{9}$ ثانية فغيرت سرعته من 3 م/ث إلى 54 كم/س في اتجاه القوة. وكان دفع القوة يساوي $4,8$ نيوتن. ث أوجد كتلة الجسم ومقدار القوة بثقل الكجم.

الحل:

$$\therefore \text{الدفع} = u \quad \therefore \frac{1}{9} \times u = 4,8$$

$$\therefore u = 4,8 \times 9 = 43,2 \text{ نيوتن} = \frac{43,2}{9,8} = 4,4 \text{ ث.كجم}$$

$$\therefore \text{الدفع} = \text{التغير في كمية الحركة} \quad , \quad u = 3 \text{ م/ث} \quad , \quad 54 = \frac{54}{1,8} \times 3 = 90 \text{ م/ث}$$

$$\therefore 4,8 = k(u - u) \quad \therefore k = \frac{4,8}{(90 - 3)} = 0,054 \text{ كجم}$$

مثال:

جسم كتلته 3 كجم يتحرك بسرعة $\vec{u} = 5\vec{s} - 2\vec{v}$ ، أثرت عليه قوة ثابتة لمدة زمنية n وكان دفع القوة على الجسم يساوي $6\vec{s} + 9\vec{v}$ ، أوجد سرعة الجسم بعد تأثير القوة إذا كانت السرعة بوحدة م/ث ، ومقدار الدفع بوحدة نيوتن. ث

الحل:

$$\therefore \text{الدفع} = \text{التغير في كمية الحركة}$$

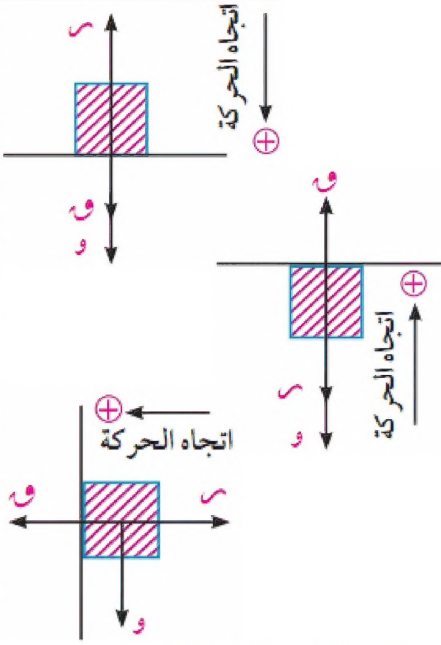
$$\therefore \vec{d} = k(\vec{u} - \vec{u}) \quad \therefore 6\vec{s} + 9\vec{v} = 3\{\vec{u} - (5\vec{s} - 2\vec{v})\}$$

$$\therefore 6\vec{s} + 9\vec{v} = 3\vec{u} - 15\vec{s} + 6\vec{v}$$

$$\therefore 21\vec{s} + 3\vec{v} = 3\vec{u} \quad \therefore 7\vec{s} + \vec{v} = \vec{u}$$

$$\therefore \|\vec{u}\| = \sqrt{7^2 + 1^2} = \sqrt{50} = 7,07 \text{ م/ث}$$

ملاحظات هامة:



١) عند سقوط جسم وزنه ((و)) رأسياً على سطح الأرض فإن:
ضغط الجسم على الأرض = رد فعل الأرض على الجسم = $و + و$

٢) عند قذف جسم وزنه ((و)) رأسياً واصطدامه بسقف الحجرة فإن:
ضغط الجسم على السقف = رد فعل الأرض على الجسم = $و - و$

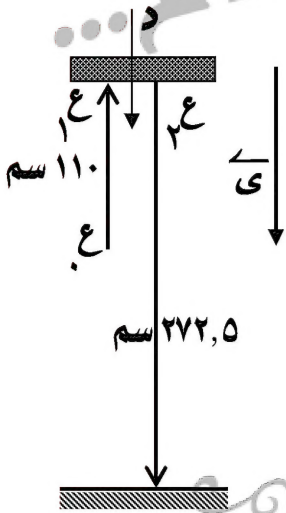
٣) عند قذف جسم وزنه ((و)) أفقياً واصطدامه بحائط رأسى فإن:
ضغط الجسم على الحائط = رد فعل الأرض على الجسم = $و$

حيث ((و)) مقدار القوة الدفعية ، ((و)) وزن الجسم

مثال:

جسم كتلته ٣٠ جم قذف رأسياً لأعلى بسرعة ٨٤٠ سم/ث من نقطة أسفل سقف الحجرة بمقدار ١١٠ سم فاصطدم بالسقف وارتد إلى أرض الحجرة بعد $\frac{1}{4}$ ثانية من الإصطدام ، أوجد دفع السقف للجسم علماً بأن ارتفاع السقف ٢٧٢,٥ سم ، وإذا كان زمن تلامس الجسم $\frac{1}{4}$ ثانية فاوجد القوة الدفعية.

الحل:



حساب سرعة الإصطدام بالسقف (ع)

$$ع = ٨٤٠ \text{ سم/ث} ، s = -٩٨٠ \text{ سم/ث} ، ف = ١١٠ \text{ سم}$$

$$٢ع = ٢ع + ٢جف$$

$$٢ع = ٢(٨٤٠) - ٢(١١٠) \times ٩٨٠ = ٤٩٠٠٠٠$$

$$٢ع = ٧٠٠ \text{ سم/ث}$$

حساب سرعة الارتداد من السقف (ع)

$$s = ٩٨٠ \text{ سم/ث} ، ف = ٢٧٢,٥ \text{ سم} ، ن = \frac{1}{4} \text{ ث}$$

$$٢ع = ٢(٧٠٠) + ٢(٢٧٢,٥) \times ٩٨٠ = ٢٧٢,٥$$

$$٢ع = ٥٤٥ + ٢٤٥ = ٣٠٠ \text{ سم/ث}$$

بفرض \vec{u} متجه وحدة في اتجاه سرعة الارتداد

$$٢ع = ٧٠٠ - ٣٠٠ \text{ سم/ث} ، ٢ع = ٣٠٠ \text{ سم/ث}$$

∴ الدفع = التغير في كمية الحركة

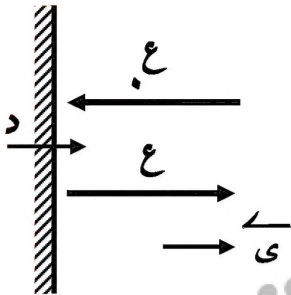
$$\therefore د = ك(ع_2 - ع_1) \quad \therefore د = (700 + 300) \times 300 = 300 \text{ جم.سم/ث}$$

$$\therefore \text{الدفع} = 30 \text{ نيوتن} \quad \therefore 30 = 300 \times \frac{1}{10} \quad \therefore 300 \times 3 = 900 \text{ دايين} = 30 \text{ نيوتن}$$

مثال:

كرة تنس كتلتها ٤٠ جم تتحرك أفقياً بسرعة ٥٠ سم/ث اصطدمت بالمضرب فارتدت في الاتجاه المضاد بسرعة ١١٠ سم/ث. أوجد مقدار دفع المضرب على الكرة. وإذا كان زمن تلامس الكرة مع المضرب $\frac{1}{4}$ من الثانية فما قوة دفع المضرب على الكرة؟

الحل:



بفرض \vec{u} متجه وحدة في اتجاه سرعة الارتداد

$$\therefore ع_1 = 50 \text{ سم/ث} , ع_2 = 110 \text{ سم/ث}$$

∴ الدفع = التغير في كمية الحركة

$$\therefore د = ك(ع_2 - ع_1) \quad \therefore د = (50 + 110) \times 40 = 6400 \text{ جم.سم/ث}$$

$$\therefore \text{الدفع} = 30 \text{ نيوتن} \quad \therefore 30 = 300 \times \frac{1}{10}$$

$$\therefore 300 \times 6400 = 1920000 \text{ دايين} = 19200 \text{ نيوتن}$$

مثال:

كرة من الصلصال كتلتها ١ كجم سقطت من ارتفاع ٤٠ سم على ميزان ضغط وكان زمن الصدمة $\frac{1}{4}$ ثانية فأوجد قراءة الميزان علماً بأن الكرة لم ترتد بعد الصدمة.

الحل:

حساب سرعة الإصطدام الكرة بالميزان ($ع_1$)

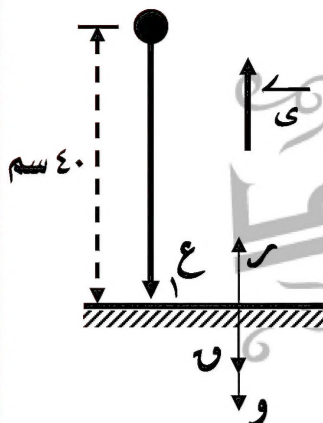
$$ع_1 = 0 , ع_2 = 9.8 \text{ سم/ث}^2 , ف = 40 \text{ سم} = 0.4 \text{ م}$$

$$\therefore ع_2^2 = ع_1^2 + 2ف$$

$$\therefore ع_2 = \sqrt{0 + 2 \times 9.8 \times 0.4} = 2.8 \text{ م/ث}$$

∴ الكرة لم ترتد بعد الصدمة ∴ $ع_2 = 0$

بفرض \vec{u} متجه وحدة لأعلى ∴ $ع_1 = 2.8 \text{ م/ث}$

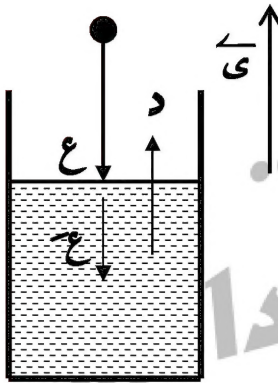


$$\begin{aligned} \therefore D = (E_1 - E_2) & \quad \therefore D = (2,8 + 0) \times 1 = 2,8 \text{ كجم. م/ث} \\ \therefore \text{الدفع } U & \quad \therefore \frac{1}{V} \times U = 2,8 \therefore U = 2,8 \times V = 19,6 \text{ نيوتن} \\ \therefore \text{قراءة الميزان} & = \text{ضغط الكرة على الميزان} = \text{رد فعل الميزان على الكرة} = U + W \\ \therefore \text{قراءة الميزان} & = 19,6 + 9,8 \times 1 = 29,4 \text{ نيوتن} = \frac{29,4}{9,8} = 3 \text{ ث.كجم} \end{aligned}$$

مثال:

كرة كتلتها ٥٠٠ جم سقطت من ارتفاع ٢,٥ متر على سطح سائل لزج فغاصت فيه بسرعة منتظمة وقطعت مسافة ٣,٥ متر في ٢ ثانية. أحسب دفع السائل للكرة.

الحل:



حساب سرعة الإصطدام بالسائل:

$$\begin{aligned} E_1 &= 0, \quad E_2 = 9,8 \text{ م/ث}^2, \quad F = 2,5 \text{ م} \\ \therefore E_1 + E_2 &= 2 \text{ جف} \quad \therefore E = \frac{2,5 \times 9,8 \times 2 + 0}{2} = 24,5 \text{ م/ث} \end{aligned}$$

حساب السرعة داخل السائل:

$$\therefore \text{السرعة منتظمة} \therefore E = \frac{F}{N} \therefore E = \frac{24,5}{2} = 12,25 \text{ م/ث}$$

نعتبر الاتجاه الموجب \vec{u} في اتجاه دفع السائل للكرة

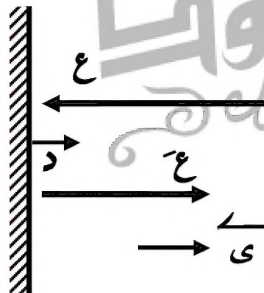
$$\therefore E = 7 \text{ م/ث}, \quad E' = -12,25 \text{ م/ث}, \quad K = 0,5 \text{ كجم} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore D = K(E - E') \leftarrow \therefore D = \frac{1}{2} \times (7 + 12,25) = 9,625 \text{ كجم. م/ث}$$

مثال:

اصطدمت كرة ملساء كتلتها ٤٠٠ جم ومتحركة على أرض أفقية بسرعة ١٠٠ سم/ث تصادماً مباشراً بجائط رأسي فأثر عليها بدفع مقداره ٠,٤٨ نيوتن. ث. عين سرعة ارتداد الكرة من الجائط.

الحل:



\therefore دفع الجائط على الكرة = التغير في كمية حركة الكرة

نعتبر الاتجاه الموجب \vec{u} في اتجاه سرعة الارتداد

$$\therefore E = 100 \text{ سم/ث}, \quad K = 400 \text{ جم}$$

$$D = 0,48 \text{ نيوتن. ث} = 0,48 \times 10 \text{ داین. ث}$$

$$\therefore D = E - E = 10 \times 48 \therefore E = 100 + 120 = 220 \text{ سم/ث}$$

مثال:

سقطت كرة من المطاط كتلتها كيلوجرام واحد من ارتفاع ٤,٩ متر على سطح أرض أفقية صلبة فارتدت إلى أقصى ارتفاع لها وهو ٢,٥ متر، أحسب مقدار التغير في كمية حركة الكرة نتيجة اصطدامها بالأرض، ثم أوجد مقدار رد فعل الأرض على الكرة بالنيوتن إذا كان زمن تلامس الكرة بالأرض ٠,١ ثانية.

الحل:

حساب سرعة الإصطدام بالأرض

$$E = 0, S = 9,8 \text{ م/ث}^2, F = 4,9 \text{ م}$$

$$\therefore E^2 = 2 \times 9,8 \times 4,9 \therefore E = 9,8 \text{ م/ث}$$

حساب سرعة الارتداد من الأرض

$$E = 0, S = 9,8 \text{ م/ث}^2, F = 2,5 \text{ م}$$

$$\therefore E^2 = 2 \times 9,8 \times 2,5 \therefore E = 7 \text{ م/ث}$$

$$\therefore E = 19,6 \times 0,1 = 1,96 \text{ نيوتن}$$

نعتبر الاتجاه الموجب في اتجاه سرعة الارتداد

$$\therefore E = 9,8 \text{ م/ث}, E = 7 \text{ م/ث}, K = 1 \text{ كجم}$$

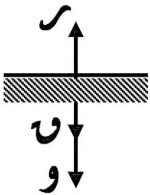
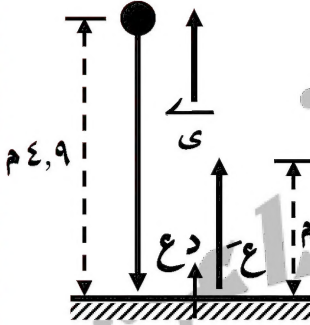
$$\therefore \Delta K = (9,8 + 7) \times 1 = 16,8 \text{ كجم.م/ث}$$

$$\therefore \Delta K = 16,8 \text{ كجم.م/ث}$$

$$\therefore \Delta K = 16,8 \text{ نيوتن}$$

رد فعل الأرض على الكرة = ضغط الكرة على الأرض = القوة الدافعية + وزن الكرة

$$\therefore R = 16,8 + 9,8 = 26,6 \text{ نيوتن}$$



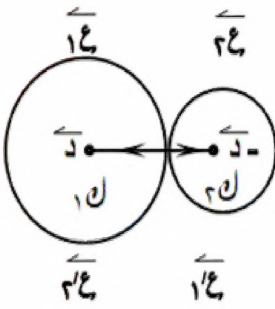
التصادم

٢ - ٣

اولاً: التصادم المرن:

التصادم المرن هو التصادم الذى لا يحدث فيه تشوه أو توليد حرارة نتيجة للتصادم أى لا يحدث فيه فقد فى طاقة الحركة مثل تصادم كرات البلياردو .
وعند تصادم كرتان ملساوان تصادما مباشرا فإن التصادم يحدث عند نقطة تلامسهما ويكون دفع الكرة الأولى على الثانية يساوى دفع الكرة الثانية على الأولى ويضاده فى الاتجاه.
وفى التصادم المرن فإن مجموع كميتى الحركة قبل التصادم وبعده لا يتغير نتيجة للتصادم
أى أن مجموع كميتى الحركة قبل التصادم = مجموع كميتى الحركة بعد التصادم

الإثبات:



بفرض أن m_1 ، m_2 كتلتى الكرتين

وأن u_1 ، u_2 متجهى سرعتيهما قبل التصادم

وأن v_1 ، v_2 متجهى سرعتيهما بعد التصادم

وأن D دفع الكرة الثانية على الأولى ، $-D$ دفع الكرة الأولى على الثانية
∴ دفع الكرة الثانية على الأولى = التغير فى كمية حركة الأولى

$$\therefore D = m_2 v_2 - m_2 u_2 \quad (1)$$

∴ دفع الكرة الأولى على الثانية = التغير فى كمية حركة الثانية

$$\therefore -D = m_1 v_1 - m_1 u_1 \quad (2)$$

$$\text{بجمع (1) ، (2) } \therefore m_2 v_2 - m_2 u_2 + m_1 v_1 - m_1 u_1 = 0$$

$$\therefore m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

∴ مجموع كميتى الحركة قبل التصادم = مجموع كميتى الحركة بعد التصادم

وباستخدام القياسات الجبرية يكون:

$$\begin{aligned} m_1 u_1 - m_1 v_1 &= D \\ m_2 u_2 - m_2 v_2 &= -D \\ m_1 u_1 + m_2 u_2 &= m_1 v_1 + m_2 v_2 \end{aligned}$$

حيث:

د : القياس الجبرى لدفع الكرة الثانية على الأولى

ع_١ ، ع_٢ : القياسان الجبريان لسرعة الكرة الأولى قبل وبعد التصادم مباشرةع_١ ، ع_٢ : القياسان الجبريان لسرعة الكرة الثانية قبل وبعد التصادم مباشرة**ثانيا: التصادم غير المرن:**

التصادم غير المرن هو التصادم الذى يحدث فيه تشوه أو توليد حرارة نتيجة للتصادم أى يحدث فيه فقد فى طاقة الحركة مثل تصادم عربات القطار وتصادم المطارق مع الأجسام.

وفى التصادم غير المرن يبقى مجموع كميتى الحركة قبل التصادم وبعده لا يتغير نتيجة للتصادم وبالتالي تكون معادلة الإحتفاظ بكمية الحركة عند التهام الجسمين بعد التصادم هى:

$$m_1 \bar{e}_1 + m_2 \bar{e}_2 = (m_1 + m_2) \bar{e}$$

وبالقياسات الجبرية تكون:

$$m_1 \bar{e}_1 + m_2 \bar{e}_2 = (m_1 + m_2) \bar{e}$$

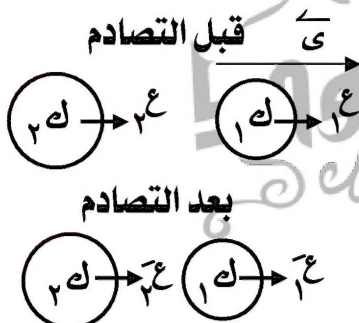
حيث: ع السرعة المشتركة للجسمين بعد التصادم

ملاحظات هامة:

- (١) يجب تحديد إشارة القياس الجبرى للسرعات قبل وبعد التصادم حسب إتجاه متجه الوحدة الذى نقرضه وفى حالة الإرتداد يفضل اعتبار إتجاه الإرتداد هو الموجب
- (٢) يمكن استخدام أى وحدات للكتل و السرعات بشرط أن تكون نفس الوحدات فى الطرفين

مثال:

تتحرك كرتان ملساوان كتلة كل منهما ٢٠٠ جم فى خط مستقيم واحد على أرض أفقية وكانت سرعة الأولى ٥ متر/ث وسرعة الثانية ٩ متر/ث فى نفس إتجاه حركة الأولى فإذا تصادمت الكرتان فعين سرعة كل منهما بعد التصادم مباشرة علما بأن مقدار دفع الكرة الثانية على الأولى = ٠,٦ × ١٠^٩ داین.ث

الحل:نعتبر الإتجاه الموجب \bar{e} فى إتجاه سرعة الكرتين

$$\therefore e_1 = 5 \text{ م/ث} , e_2 = 9 \text{ م/ث} , e = 9 \text{ م/ث} , e = 9 \text{ م/ث}$$

$$d = 0,6 \times 10^9 \text{ داین.ث} = 6 \text{ نيوتن.ث}$$

∴ دفع الكرة الثانية على الأولى = التغير فى كمية حركة الأولى

$$\therefore \Delta = \frac{1}{2} (E - \frac{1}{2} E)$$

$$\therefore 6.2 = \frac{1}{2} (E - \frac{1}{2} E) \quad \therefore 3 = \frac{1}{2} E - \frac{1}{4} E \quad \therefore \frac{1}{4} E = 3 \quad \therefore E = 12 \text{ م/ث}$$

∴ مجموع كميتى الحركة قبل التصادم = مجموع كميتى الحركة بعد التصادم

$$\therefore \frac{1}{2} E + \frac{1}{2} E = \frac{1}{2} E + \frac{1}{2} E$$

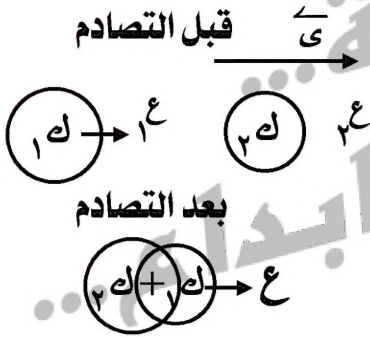
$$\therefore \frac{1}{2} E \times 2 + 8 \times \frac{1}{2} E = 9 \times \frac{1}{2} E + 5 \times \frac{1}{2} E$$

$$\therefore 6 = 8 - 1 \quad \therefore \frac{1}{2} E = 8 - 1 \quad \therefore \frac{1}{2} E = 7 \quad \therefore E = 14 \text{ م/ث}$$

مثال:

عربة قطار كتلتها ٦ طن تسير بسرعة ٢٥ م/ث اصطدمت بعربة قطار أخرى ساكنة كتلتها ٣ طن فإذا سارت العربتان بعد التصادم مباشرة كجسم واحد احسب سرعتهما المشتركة عندئذ.

الحل:



نعتبر الاتجاه الموجب \vec{u} فى اتجاه سرعة العربة الاولى

$$\therefore \frac{1}{2} E = 25 \text{ م/ث} , \quad \frac{1}{2} E = 0 , \quad \therefore E = 50$$

$$\frac{1}{2} E = 6000 \text{ كجم} , \quad \frac{1}{2} E = 3000 \text{ كجم}$$

∴ العربتان تحركتا بعد التصادم كجسم واحد

$$\therefore \frac{1}{2} E + \frac{1}{2} E = \frac{1}{2} E + \frac{1}{2} E$$

$$\therefore E \times (3000 + 6000) = 0 \times 3000 + 25 \times 6000$$

$$\therefore E = \frac{25 \times 6000}{9000} = \frac{50}{3} \text{ م/ث} \quad \text{فى نفس الاتجاه}$$

مثال:

تسقط مطرقة من الحديد كتلتها ٢,١ طن من ارتفاع ١,٦ متر على عمود من أعمدة الأساس كتلته ٣٥٠ كجم فتدفعه فى الأرض مسافة ١٢ سم فإذا تحركت المطرقة والعمود بعد التصادم كجسم واحد رأسياً إلى أسفل احسب مقدار السرعة المشتركة لهما بعد التصادم ثم احسب مقدار مقاومة الأرض بفرض أنها ثابتة.

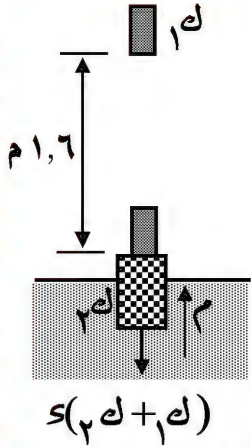
الحل:

حساب سرعة اصطدام المطرقة بعمود الأساس:

$$\frac{1}{2} E = 0 , \quad \frac{1}{2} E = 9.8 \text{ م/ث}^2 , \quad \therefore F = 1.6 \text{ م}$$

$$\therefore \frac{1}{2} E + \frac{1}{2} E = \frac{1}{2} E + \frac{1}{2} E$$

$$\therefore E = \frac{1.6 \times 9.8 \times 2 + 0}{2} = 15.68 \text{ م/ث}$$



$$\therefore 1 \text{ ك} = 2,1 \text{ طن} = 2100 \text{ كجم} , \quad 1 \text{ ع} = 0,6 \text{ م/ث}$$

$$, \quad 2 \text{ ك} = 350 \text{ كجم} , \quad 2 \text{ ع} = 0 \text{ لأن عمود الأساس ساكن عند التصادم:}$$

$$1 \text{ ك} + 2 \text{ ك} = 1 \text{ ع} + 2 \text{ ع} \quad (1 \text{ ك} + 2 \text{ ك})$$

$$\therefore 0 = 350 \times 0 + 0,6 \times 2100 \quad (350 + 2100) \text{ ع}$$

$$\therefore 1 \text{ ع} = \frac{0,6 \times 2100}{2450} = 0,518 \text{ م/ث}$$

بعد التصادم تتحرك المطرقة والعمود بعجلة ج مسافة 12 سم وبسرعة ابتدائية 0,8 م/ث وتكون السرعة النهائية تساوى صفر

$$\therefore 2 \text{ ع} = 2 \text{ ج} + 2 \text{ ع} \quad \therefore 0 = 2 \times 0,8 + 2 \text{ ع} \quad \therefore 2 \text{ ع} = -0,8 \text{ م/ث}$$

$$\text{معادلة الحركة داخل الأرض: } (1 \text{ ك} + 2 \text{ ك}) = 2 - 0,8$$

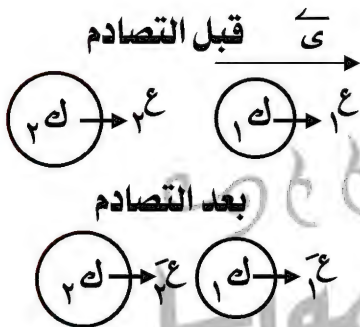
$$(350 + 2100) \times 0,8 = 2 - 0,8$$

$$\therefore 2 = (0,8 + 0,8) \times 2450 = 259210 \text{ نيوتن} = \frac{259210}{9,8} = 26450 \text{ ث.كجم}$$

مثال:

تتحرك كرتان ملساوان كتلتاهما ك ، 2 ك على نضد أفقى فى خط مستقيم واحد وفى نفس الإتجاه بحيث كانت الكرة الصغرى فى الأمام وسرعتها 10 متر/ث والكرة الكبرى فى الخلف وسرعتها 12 متر/ث. وبعد التصادم تحركت الكرة الصغرى فى نفس إتجاه حركتها السابقة بسرعة 12 متر/ث. فماهى سرعة الكرة الكبرى بعد التصادم؟

الحل:



نعتبر الإتجاه الموجب \vec{v} فى إتجاه سرعة الكرتين

$$\therefore 1 \text{ ك} = 10 \text{ م/ث} , \quad 2 \text{ ك} = 12 \text{ م/ث} , \quad 1 \text{ ع} = 12 \text{ م/ث} , \quad 2 \text{ ع} = 0$$

$$1 \text{ ك} = 2 \text{ كجم} , \quad 2 \text{ ك} = 2 \text{ كجم}$$

$$\therefore 1 \text{ ك} + 2 \text{ ك} = 1 \text{ ع} + 2 \text{ ع} \quad (1 \text{ ك} + 2 \text{ ك})$$

$$\therefore 10 \times 2 + 12 \times 2 = 12 \times 2 + 2 \times 2$$

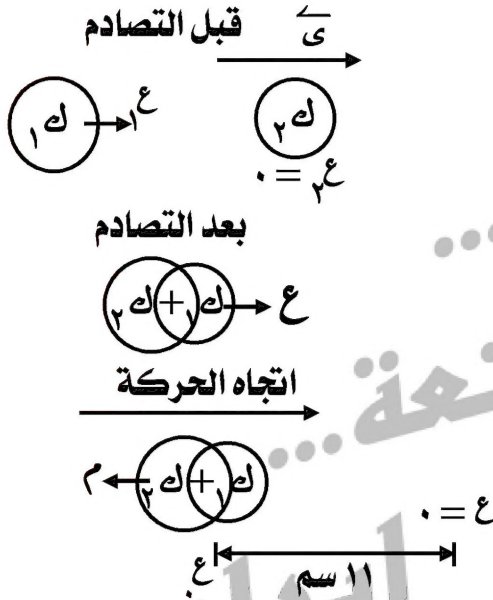
$$\therefore 10 + 12 = 12 + 2 \quad \therefore 2 = 12 - 10 = 2 \quad \therefore 1 \text{ ع} = 2 \text{ م/ث}$$

أى أن الكرة الكبرى تتحرك بعد التصادم بسرعة 11 متر/ث فى نفس الإتجاه

مثال:

كرة كتلتها $\frac{1}{2}$ كجم تتحرك في خط مستقيم بسرعة مقدارها ٤٤ سم/ث فإذا اصطدمت بكرة أخرى ساكنة على النضد وكتلتها $\frac{1}{2}$ كجم وتحركتا معاً كجسم واحد أوجد السرعة المشتركة لهما بعد التصادم مباشرة. وإذا فرض أن الجسم يتحرك بعد التصادم ضد مقاومة ثابتة فوقف بعد أن قطع مسافة قدرها ١١ سم ، أوجد المقاومة.

الحل:



نعتبر الاتجاه الموجب \vec{u} في اتجاه سرعة الكرة الأولى

$$\therefore u_1 = 44 \text{ سم/ث} , u_2 = 0 , v = ?$$

$$m_1 = 1 \text{ كجم} , m_2 = 1 \text{ كجم}$$

∴ الجسمان تحركا بعد التصادم كجسم واحد

$$\therefore m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$\therefore 1 \times 44 + 1 \times 0 = (1 + 1) v$$

$$\therefore v = \frac{44 \times 1}{2} = 22 \text{ سم/ث في نفس الاتجاه}$$

مع وجود المقاومة:

∴ الجسم يتحرك بسرعة ابتدائية ١١ سم/ث ويسكن بعد أن يقطع مسافة ١١ سم

$$\therefore v^2 = u^2 + 2as$$

$$\therefore 0 = (11)^2 + 2(a)(11) \Rightarrow a = -\frac{(11)}{2} = -5.5 \text{ سم/ث}^2$$

∴ معادلة حركة الجسم هي: $a = -5.5$

$$\therefore -5.5 = \frac{v^2 - u^2}{2s} \Rightarrow -5.5 = \frac{(0)^2 - (11)^2}{2(11)}$$

مثال:

تتحرك كرتان ملساوان كتلة كل منهما ٤٠٠ جم في خط مستقيم واحد على نضد أفقى أملس بسرعة ٤ متر/ث في نفس الاتجاه وبينهما مسافة ١١ م. وضع حاجز على النضد بحيث يقطع مسار الكرتين على التعامد فاصطدمت به الكرة الأمامية وارتدت لتصادم الكرة الخلفية ثم ارتدت مرة ثانية بسرعة ٢ متر/ث. عين سرعة الكرة الخلفية بعد التصادم علما بأن الحاجز قد أثر على الكرة الأولى بدفع مقداره ٢,٨ نيوتن.ث.

الحل:

نعتبر الاتجاه الموجب \vec{u} في اتجاه سرعة الكرتين

أولاً: تصادم الكرة الأمامية مع الحاجز

$$\therefore v_1 = v_2 = v_3 = 4 \text{ م/ث} , d = -2,8 \text{ م/ث} , v_4 = 99$$

$$v_1 = v_2 = v_3 = 4 \text{ كجم}$$

∴ التغير في كمية حركة الكرة = الدفع المؤثر عليها

$$\therefore v_1 = (v_2 - v_3) = d$$

$$\therefore v_1 \times 4 - v_2 \times 4 = -2,8 \times 4$$

$$\therefore v_1 \times 4 = -2,8 \times 4 + v_2 \times 4 = 1,2 \times 4 \therefore v_1 = 1,2 \text{ م/ث}$$

∴ الكرة الأمامية تتحرك بعد التصادم مع الحاجز بسرعة 3 م/ث عكس اتجاه سرعتها الأولى

ثانياً: تصادم الكرتين

$$v_1 = -3 \text{ م/ث} , v_2 = 4 \text{ م/ث} , v_3 = 2 \text{ م/ث} , v_4 = 99 , v_1 = v_2 = v_3 = 4 \text{ كجم}$$

∴ مجموع كميتي الحركة قبل التصادم = مجموع كميتي الحركة بعد التصادم

$$\therefore v_1 \times 4 + v_2 \times 4 = v_3 \times 4 + v_4 \times 4$$

$$\therefore v_1 \times 4 + v_2 \times 4 = v_3 \times 4 + v_4 \times 4$$

$$\therefore v_1 + v_2 = v_3 + v_4 \therefore v_1 = 1,2 - 1 = 0,2 \text{ م/ث}$$

∴ الكرة الثانية تتحرك بعد التصادم بسرعة 1 متر/ث عكس اتجاه سرعتها الأولى

مثال:

٢ ب ج هو خط أكبر ميل في مستوى أملس يميل على الأفقى بزاوية قياسها ٣٠° حيث $g = 9,8 \text{ م/ث}^2$ وكانت ١ هي النقطة العليا، ب في منتصف ٢ ج وضعت كرة كتلتها ٣ جم عند ٢ فتحركت على ٢ ج واصطدمت عند ب بكرة أخرى ساكنة كتلتها ١ جم فإذا كونت الكرتان بعد التصادم جسماً واحداً. أوجد الزمن الذي يمضي بعد التصادم حتى يصل الجسم إلى ج.

الحل:

الكرة الموضوعة عند ٢ تتحرك تحت تأثير وزنها فقط

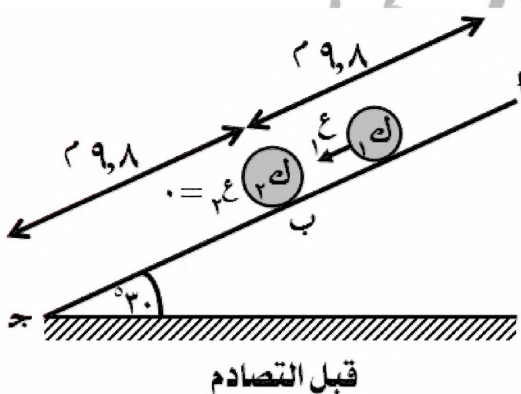
بعجلة ج حيث $g = 9,8 \text{ م/ث}^2$

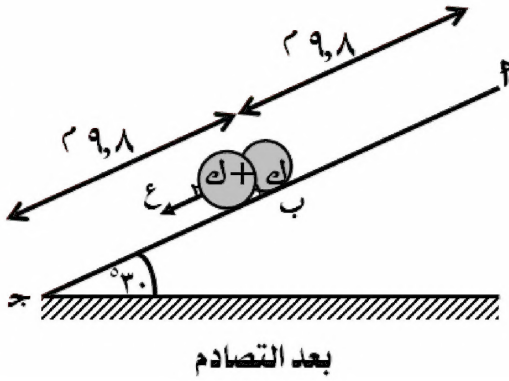
$$\therefore g = 9,8 \text{ م/ث}^2 = \frac{1}{2} \times 9,8 = 4,9 \text{ م/ث}^2$$

حساب سرعة الكرة قبل الإصطدام

$$v = 0 , f = 9,8 \text{ م} , g = 4,9 \text{ م/ث}^2$$

$$\therefore v^2 = 2 \times g \times f$$





$$19.6 \times 4.9 = 9.8 \times 4.9 \times 2 + 0 = 2 \text{ ع} .:$$

$$\text{ع} = 9.8 \text{ سم/ث}$$

$$19.6 = 9.8 \text{ م/ث} , \text{ ع} = 0 , \text{ ع} = 9.8$$

$$\text{ك} = 1 \text{ جم} , \text{ ك} = 2 \text{ جم} , \text{ ك} = 3 \text{ جم}$$

الجسمان تحركا بعد التصادم كجسم واحد

$$\text{ع} = \text{ك}_1 \text{ ع}_1 + \text{ك}_2 \text{ ع}_2 = (\text{ك}_1 + \text{ك}_2) \text{ ع}$$

$$19.6 \times 3 = 9.8 \times 3 + 9.8 \times 3$$

$$\text{ع} = \frac{9.8 \times 3}{4} = 7.35 \text{ م/ث في الاتجاه لأسفل}$$

بعد التصادم:

يتحرك الجسم المكون من الكرتين على المستوى تحت تأثير وزنه فقط بعجلة ج

$$\text{حيث ج} = \text{ج} = 9.8 \text{ م/ث}^2 \text{ ج} = 9.8 \text{ م/ث}^2 \text{ ج} = 9.8 \text{ م/ث}^2$$

حساب زمن الوصول الى النقطة ج

الجسم يتحرك بسرعة ابتدائية 7.35 م/ث وبالعجلة 9.8 م/ث² ليقطع مسافة 9.8 م

$$\text{ع} = 7.35 \text{ م/ث} , \text{ ف} = 9.8 \text{ م} , \text{ ج} = 9.8 \text{ م/ث}^2$$

$$\text{ف} = \text{ع} + \frac{1}{2} \text{ ج} \text{ ن}^2$$

$$9.8 = 7.35 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times \text{ن}^2 \text{ ن}^2 = 1.0 \text{ ن} = 1.0 \text{ ث}$$

$$\text{ع} = 7.35 + 9.8 \times 1.0 = 17.15 \text{ م/ث}$$

$$\text{ع} = 7.35 + 9.8 \times 1.0 = 17.15 \text{ م/ث}$$

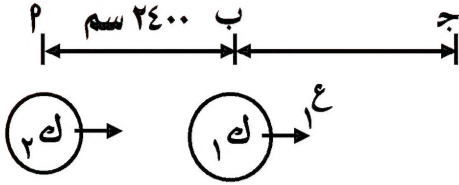
$$\text{ع} = 7.35 + 9.8 \times 1.0 = 17.15 \text{ م/ث}$$

اي أن الجسم يصل الى النقطة ج بعد 1 ث من التصادم

مثال:

تتحرك كرة كتلتها 120 جم بسرعة منتظمة 40 سم/ث وبعد مرورها بموضع معين وبزمن قدره دقيقة واحدة تحركت من نفس الموضع كرة أخرى كتلتها 80 جم بسرعة ابتدائية 60 سم/ث وبالعجلة تزايدية 4 سم/ث² في نفس اتجاه حركة الكرة الأولى فإذا تصادمت الكرتان وتحركتا معاً كجسم واحد أحسب السرعة المشتركة لهما بعد التصادم مباشرة. وإذا تحرك الجسمان بعد التصادم تحت تأثير مقاومة ثابتة تساوي 3840 داین . احسب متى يسكن الجسم.

الحل:



نفرض أن الكرة الأولى مرت بالموضع P وبعد 1 دقيقة

تحركت الكرة الثانية

خلال هذا الزمن تكون الكرة الأولى وصلت الى النقطة ب

وقطعت مسافة = السرعة \times الزمن \therefore $P \rightarrow B = 60 \times 40 = 2400$ سم

نفرض أن التصادم حدث عند ج بعد ν ثانية من حركة الكرة الثانية

خلال هذا الزمن (ν) تقطع الكرة الأولى مسافة ب ج حيث $B \rightarrow J = \nu \times 40 = \nu 40$

وتقطع الكرة الثانية مسافة P ج حيث $P \rightarrow J = 2400 + B \rightarrow J = 2400 + \nu 40$

$$\therefore \nu 40 + \nu 40 = 2400 + \nu 40$$

$$\therefore \nu 40 + \nu 40 = 2400 + \nu 40 \Rightarrow \nu 40 = 2400 \Rightarrow \nu = 60$$

$$\therefore \nu 40 = 2400 \Rightarrow \nu = 60$$

$$\therefore \nu 40 = 2400 \Rightarrow \nu = 60$$

اي أن التصادم يحدث بعد 20 ث من حركة الكرة الثانية وتكون سرعتها قبل التصادم ν

$$\therefore \nu 40 = 2400 \Rightarrow \nu = 60$$

$$\therefore \nu 40 = 2400 \Rightarrow \nu = 60$$

الجسمان تحركا بعد التصادم كجسم واحد

$$\therefore \nu 40 = 2400 \Rightarrow \nu = 60$$

$$\therefore \nu 40 = 2400 \Rightarrow \nu = 60$$

$$\therefore \nu 40 = 2400 \Rightarrow \nu = 60$$

مع وجود المقاومة:

الجسم يتحرك بسرعة ابتدائية 96 سم/ث تحت تأثير مقاومة = 3840 داین حتى يسكن

معادلة حركة الجسم هي: $\nu 40 = 2400 \Rightarrow \nu = 60$

$$\therefore \nu 40 = 2400 \Rightarrow \nu = 60$$

$$\therefore \nu 40 = 2400 \Rightarrow \nu = 60$$

$$\therefore \nu 40 = 2400 \Rightarrow \nu = 60$$

